

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-249006

(P2002-249006A)

(43) 公開日 平成14年9月3日 (2002.9.3)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テームコード* (参考) |
|---------------------------|------|---------------|--------------|
| B 6 0 R 16/04 | | B 6 0 R 16/04 | W 2 G 0 1 6 |
| B 6 0 L 3/00 | | B 6 0 L 3/00 | S 5 G 0 0 3 |
| G 0 1 R 31/36 | | G 0 1 R 31/36 | A 5 H 0 3 0 |
| H 0 1 M 10/48 | | H 0 1 M 10/48 | P 5 H 1 1 5 |
| H 0 2 J 7/00 | | H 0 2 J 7/00 | Y |

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-48637 (P2001-48637)

(22) 出願日 平成13年2月23日 (2001.2.23)

(71) 出願人 000006895

矢崎総業株式会社

東京都港区三田1丁目4番28号

(72) 発明者 荒井 洋一

静岡県裾野市御宿1500 矢崎総業株式会社
内

(72) 発明者 蒲原 英明

静岡県裾野市御宿1500 矢崎総業株式会社
内

(74) 代理人 100060690

弁理士 瀧野 秀雄 (外3名)

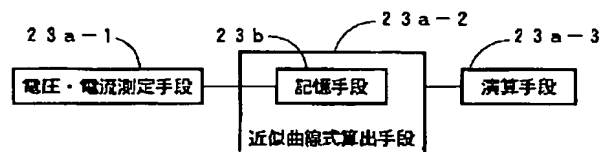
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両用バッテリー純抵抗測定方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 車両使用中でもバッテリーの純抵抗を測定できる車両用バッテリー純抵抗測定方法及び装置を提供する。

【解決手段】 バッテリーから放電電流が流れたときの端子電圧と放電電流とを電圧・電流測定手段23a-1が周期的に測定し、増大する放電電流に対する電圧-電流特性の第1の近似曲線式と減少する放電電流に対する電圧-電流特性の第2の近似曲線式とを近似曲線式算出手段23a-2が求める。演算手段23a-3が、2つの近似二次曲線式をそれぞれ微分して前記増大する放電電流及び前記減少する放電電流に対して前記バッテリーが呈する合成抵抗の変化を示す2つの直線式を求める。次に、求めた2つの直線式の放電電流の最大値に対応する2つの値を求める。そして、求めた2つの値を加算して求めた値に1/2を乗じたもののバッテリーの純抵抗として測定する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 車両の負荷に電力を供給するため車両に搭載されたバッテリーの純抵抗を測定する車両用バッテリー純抵抗測定方法において、前記負荷に所定値を越えて単調増大し最大値から所定値以下に単調減少する放電電流が流れたときの前記バッテリーの端子電圧と放電電流とを周期的に測定してこれら端子電圧と放電電流との相関を示す前記増大する放電電流に対する電圧－電流特性の第 1 の近似二次曲線式と前記減少する放電電流に対する電圧－電流特性の第 2 の近似二次曲線式とを求めると共に、該求めた 2 つの近似二次曲線式をそれぞれ微分して前記増大する放電電流及び前記減少する放電電流に対して前記バッテリーが呈する合成抵抗の変化を示す 2 つの直線式を求め、該求めた 2 つの直線式の前記最大値に対応する 2 つの値の間に前記バッテリーの呈する合成抵抗中の純抵抗があるとして純抵抗を測定することを特徴とする車両用バッテリー純抵抗測定方法。

【請求項 2】 請求項 1 記載の車両用バッテリー純抵抗測定方法において、前記 2 つの値の中間点の値を前記純抵抗として測定することを特徴とする車両用バッテリー純抵抗測定方法。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 記載の車両用バッテリー純抵抗測定方法において、前記第 1 の近似曲線式と前記第 2 の近似曲線式とを求めると、周期的に測定した前記バッテリーの端子電圧と放電電流とを最新の所定時間分収集して格納、記憶しておくことを特徴とする車両用バッテリー純抵抗測定方法。

【請求項 4】 車両の負荷に電力を供給するため車両に搭載されたバッテリーの純抵抗を測定する車両用バッテリー純抵抗測定装置において、前記負荷に所定値を越えて単調増大し最大値から所定値以下に単調減少する放電電流が流れたときの前記バッテリーの端子電圧と放電電流とを周期的に測定する電圧・電流測定手段と、該電圧・電流測定手段によって測定した端子電圧と放電電流との相関を示す前記増大する放電電流に対する電圧－電流特性の第 1 の近似曲線式と前記減少する放電電流に対する電圧－電流特性の第 2 の近似曲線式とを求めると、該近似曲線式算出手段により求めた前記 2 つの近似二次曲線式をそれぞれ微分して前記増大する放電電流及び前記減少する放電電流に対して前記バッテリーが呈する合成抵抗の変化を示す 2 つの直線式を求め、該求めた 2 つの直線式の前記最大値に対応する 2 つの値を求める演算手段と、該演算手段によって求めた前記 2 つの値の間に前記バッテリーの呈する合成抵抗中の純抵抗があるとして純抵抗を測定することを特徴とする車両用バッテリー純抵抗測定装

置。

【請求項 5】 請求項 4 記載の車両用バッテリー純抵抗測定装置において、前記 2 つの値の中間点の値を前記純抵抗として測定することを特徴とする車両用バッテリー純抵抗測定装置。

【請求項 6】 請求項 4 又は 5 記載の車両用バッテリー純抵抗測定装置において、前記近似曲線式算出手段は、前記第 1 の近似曲線式と前記第 2 の近似曲線式を求めるために、前記電圧・電流測定手段により周期的に測定した前記バッテリーの端子電圧と放電電流とを、最新の所定時間分収集して格納、記憶する記憶手段を有することを特徴とする車両用バッテリー純抵抗測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、車両の負荷に電力を供給するため車両に搭載されたバッテリーの純抵抗を測定する車両用バッテリー測定方法及び装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】一般に、バッテリーから電流が放電されるとバッテリーの端子電圧に降下を生じる。その電圧降下はバッテリーの内部インピーダンス（合成抵抗）によるものであるが、バッテリーの構造などに基因する IR 損（純抵抗、すなわち、オーミック抵抗による電圧降下）と、化学的な反応に基因する分極抵抗成分（活性化分極、濃度分極）による電圧降下に分けることができる。電圧－電流（V－I）特性を求めた場合、IR 損による電圧降下は、バッテリーの状態が同じであれば変化しないが、分極抵抗成分による電圧降下は電流の大きさと電流の放電している時間によって変化する。よって、分極抵抗成分を含んだ V－I 特性から、バッテリーの様々な状態を推定すると、不正確な推定結果となることがわかるので、分極抵抗成分を分離した純抵抗のみを測定する技術が必要とされる。

【0003】また、バッテリーは放電電流をカバーする充電を行うことによって、その充電容量の範囲内において繰り返し使用できるようになっているが、過放電や電解液不足などの不測の事態を招いた場合は勿論のこと、これらの事態を招かなくても、長期間にわたって使用し経年変化が起こると、放電によって負荷に供給できる電力量である放電可能容量が急激に低下するようになる。このため、経年変化によって放電可能容量の低下している状態においては、充電を上回る放電がわずかな期間発生しても、エンジン停止後にスタータモータを起動してエンジンを再始動できなくなる事態を招きかねない。

【0004】因みに、新品と経年変化の生じているバッテリーとを比較した場合、新品に比べて経年変化の生じているバッテリーでは、その純抵抗が大きくなることが知られている。そのため、車両の定期点検時などに、バッテ

10

20

30

40

50

リ交換の目安としてバッテリーの純抵抗を測定することが考えられている。これは、純抵抗を知ることによって、純抵抗と分極抵抗成分との割合などを考慮し、劣化度を定めることができるからである。また、純抵抗が分かると、バッテリーの開回路電圧を推定するためにも利用できる。

【0005】従来、バッテリーの純抵抗を測定するために一般に使用されている測定器では、バッテリーが静的な状態にあるとき、すなわち、充放電により電解液に分極などの電圧上昇や電圧降下が生じていない平衡状態にあるときに、バッテリーの純抵抗を測定している。（削除します。）

【0006】その一例として、バッテリーに1kHz～100kHz程度の周波数の交流を印加して充放電を繰り返し、充電及び放電のいずれの分極も蓄積しない状態で、たとえば1μ秒程度の一定時間内に変化する電圧と電流の関係から純抵抗を求める方法がある。これは、図10に示すように、放電を止めた後、電圧が急激に回復し、その後に緩やかに回復する現象を捉え、一定時間Δt内の急激な電圧の回復が純抵抗Rによる成分のみにより生じ、その後の緩やかな変化は純抵抗を除く分極を含むその他の要素による成分（キャパシタンスおよびインダクタンス成分）により生じているとみなし、1kHz～100kHz程度の周波数の交流の各印加サイクルの短い時間内における電圧と電流の変化を捉えて純抵抗を測定しようとするものである。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、車両に搭載したバッテリーを対象として用いる場合には、静的な状態は限られた場合にしか存在せず、車両が使用状態にあるときには適用することができない。

【0008】また、上述した例の場合、短時間内に電圧Vおよび電流Iのデータを収集する必要から、非常に周期の短いサンプリングを行ってA/D変換を行うことを一定時間Δt内に行わなければならない、単独で使用する測定器として実現できるものの、車両に搭載して使用することは非常に難しい。しかも、求めるΔV/ΔIが精度のよいものとなるためには、ΔV、ΔIの各々が大きな値を示さなければならないが、車両では限られた場合にしかこのようなものは測定できない。さらに、車両動作中に任意の交流をバッテリーに印加することができない。したがって、上述した例の方法は、車両使用中のバッテリーの純抵抗を測定するために適用できないという現実がある。

【0009】よって、本発明は上述した状況に鑑み、車両使用中でもバッテリーの純抵抗を測定できる車両用バッテリー純抵抗測定方法及び装置を提供することを課題としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成する請求

項1乃至請求項3記載の本発明は、車両用バッテリー純抵抗測定方法に関するものであり、請求項4乃至請求項6記載の本発明は、車両用バッテリー純抵抗測定装置に関するものである。

【0011】上記課題を解決するためなされた請求項1記載の発明は、車両の負荷に電力を供給するため車両に搭載されたバッテリーの純抵抗を測定する車両用バッテリー純抵抗測定方法において、前記負荷に所定値を越えて単調増大し最大値から所定値以下に単調減少する放電電流が流れたときの前記バッテリーの端子電圧と放電電流とを周期的に測定してこれら端子電圧と放電電流との相関を示す前記増大する放電電流に対する電圧－電流特性の第1の近似二次曲線式と前記減少する放電電流に対する電圧－電流特性の第2の近似二次曲線式とを求めると共に、該求めた2つの近似二次曲線式をそれぞれ微分して前記増大する放電電流及び前記減少する放電電流に対して前記バッテリーが呈する合成抵抗の変化を示す2つの直線式を求め、該求めた2つの直線式の前記最大値に対応する2つの値の間に前記バッテリーの呈する合成抵抗中の純抵抗があるとして純抵抗を測定することを特徴とする車両用バッテリー純抵抗測定方法に存する。

【0012】上述した請求項1記載の手順によれば、車両の負荷にバッテリーから電力が供給され、車両の負荷に所定値を越えて単調増大し最大値から所定値以下に単調減少する放電電流が流れたときのバッテリーの端子電圧と放電電流とを周期的に測定してこれら端子電圧と放電電流との相関を示す増大する放電電流に対する電圧－電流特性の第1の近似曲線式と減少する放電電流に対する電圧－電流特性の第2の近似曲線式とを求める。

【0013】次に、求めた2つの近似二次曲線式をそれぞれ微分して前記増大する放電電流及び前記減少する放電電流に対して前記バッテリーが呈する合成抵抗の変化を示す2つの直線式を求める。

【0014】その後、求めた2つの直線式の最大値に対応する2つの値の間にバッテリーの呈する合成抵抗中の純抵抗の値があるとして純抵抗を測定している。このように測定した抵抗値は他の方法で実測した抵抗とも良く一致し、このことは、他の方法で実測した抵抗のみによる電圧－電流特性の傾きが、最大値の点を境に、一方の増大する放電電流に対する電圧－電流特性の最大値における接線の傾きよりも小さく、他方の減少する放電電流に対する電圧－電流特性の最大値における接線の傾きが大きくなることから理解できる。したがって、車両の通常の使用状態で負荷に電力を供給したときのバッテリーの端子電圧と放電電流とを測定し、この測定の結果得られるデータを処理するだけで、バッテリーの純抵抗を測定することができる。

【0015】請求項2記載の発明は、請求項1記載の車両用バッテリー純抵抗測定方法において、前記2つの値の中間点の値を前記純抵抗として測定することを特徴とす

る車両用バッテリー純抵抗測定方法に存する。

【0016】上述した請求項2記載の手順によれば、2つの値の中間点の値を純抵抗として測定しているので、例えば、2つの値を加算して求めた値に $1/2$ を乗する簡単な演算によって純抵抗を測定することができる。

【0017】請求項3記載の発明は、請求項1または2記載の車両用バッテリー純抵抗測定方法において、前記第1の近似曲線式と前記第2の近似曲線式とを求めるとに当たって、周期的に測定した前記バッテリーの端子電圧と放電電流とを最新の所定時間分収集して格納、記憶しておくことを特徴とする車両用バッテリー純抵抗測定方法に存する。

【0018】上述した請求項3記載の手順によれば、第1の近似曲線式と第2の近似曲線式とを求めるとに当たって、周期的に測定した前記バッテリーの端子電圧と放電電流とを最新の所定時間分収集して格納、記憶しているので、この記憶した実データを用いて、第1の近似曲線式と第2の近似曲線式とを求めるとに必要な放電電流が流れたことを確認してから、記憶してある実データを用いて第1の近似曲線式と第2の近似曲線式とを求めることが

【0019】上記課題を解決するためなされた請求項4記載の発明は、図1の基本構成図に示す如く、車両の負荷に電力を供給するため車両に搭載されたバッテリーの純抵抗を測定する車両用バッテリー純抵抗測定装置において、前記負荷に所定値を越えて単調増大し最大値から所定値以下に単調減少する放電電流が流れたときの前記バッテリーの端子電圧と放電電流とを周期的に測定する電圧・電流測定手段23a-1と、該電圧・電流測定手段によって測定した端子電圧と放電電流との相関を示す前記増大する放電電流に対する電圧-電流特性の第1の近似曲線式と前記減少する放電電流に対する電圧-電流特性の第2の近似曲線式とを求めると近似曲線式算出手段23a-2と、該近似曲線式算出手段により求めた前記2つの近似二次曲線式をそれぞれ微分して前記増大する放電電流及び前記減少する放電電流に対して前記バッテリーが呈する合成抵抗の変化を示す2つの直線式を求め、該求めた2つの直線式の前記最大値に対応する2つの値を求める演算手段23a-3と、該演算手段によって求めた前記2つの値の間に前記バッテリーの呈する合成抵抗中の純抵抗があるとして純抵抗を測定することを特徴とする車両用バッテリー純抵抗測定装置に存する。

【0020】上述した請求項4記載の構成によれば、バッテリーから車両の負荷に電力を供給して負荷に所定値を越えて単調増大し最大値から所定値以下に単調減少する放電電流が流れたときのバッテリーの端子電圧と放電電流とを電圧・電流測定手段23a-1が周期的に測定する。電圧・電流測定手段によって測定した端子電圧と放電電流との相関を示す増大する放電電流に対する電圧-電流特性の第1の近似曲線式と減少する放電電流に対す

る電圧-電流特性の第2の近似曲線式とを近似曲線式算出手段23a-2が求める。

【0021】バッテリーの純抵抗として測定するに当たって、演算手段23a-3が、まず、近似曲線式算出手段により求めた前記2つの近似二次曲線式をそれぞれ微分して前記増大する放電電流及び前記減少する放電電流に対して前記バッテリーが呈する合成抵抗の変化を示す2つの直線式を求めると。次に、求めた2つの直線式の放電電流の最大値に対応する2つの値を求める。そして、求めた2つの値を加算して求めた値に $1/2$ を乗じて純抵抗を測定する。このように測定した抵抗値は他の方法で実測した抵抗とも良く一致し、このことは、他の方法で実測した抵抗のみによる電圧-電流特性の傾きが、最大値の点を境に、一方の増大する放電電流に対する電圧-電流特性の最大値における接線の傾きよりも小さく、他方の減少する放電電流に対する電圧-電流特性の最大値における接線の傾きが大きくなることから理解できる。したがって、車両の通常の使用状態で負荷に電力を供給したときのバッテリーの端子電圧と放電電流とを測定し、この測定の結果得られるデータを処理するだけで、バッテリーの純抵抗を測定することができる。

【0022】請求項5記載の発明は、請求項4記載の車両用バッテリー純抵抗測定装置において、前記2つの値の中間点の値を前記純抵抗として測定することを特徴とする車両用バッテリー純抵抗測定装置に存する。

【0023】上述した請求項5記載の構成によれば、2つの値の中間点の値を前記純抵抗として測定しているので、例えば、2つの値を加算して求めた値に $1/2$ を乗する簡単な演算によって純抵抗を測定することができる。

【0024】請求項6記載の発明は、請求項4又は5記載の車両用バッテリー純抵抗測定装置において、前記近似曲線式算出手段は、前記第1の近似曲線式と前記第2の近似曲線式を求めるとに、前記電圧・電流測定手段により周期的に測定した前記バッテリーの端子電圧と放電電流とを、最新の所定時間分収集して格納、記憶する記憶手段23bを有することを特徴とする車両用バッテリー純抵抗測定装置に存する。

【0025】上述した請求項6記載の構成によれば、記憶手段23bが、第1の近似曲線式と第2の近似曲線式を求めるとに、電圧・電流測定手段により周期的に測定したバッテリーの端子電圧と放電電流とを、最新の所定時間分収集して格納、記憶しているので、この記憶した実データを用いて、第1の近似曲線式と第2の近似曲線式とを求めるとに必要な放電電流が流れたことを確認してから、記憶してある実データを用いて第1の近似曲線式と前記第2の近似曲線式とを求めるとができる。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、本発明による車両用バッテリー純抵抗測定方法を、本発明による車両用バッテリー純抵

抗測定装置と共に、図面を参照して説明するが、その前に、バッテリーそのものの特性について検討する。

【0027】因みに、12V車、42V車、EV車、HEV車には、スタータモータ、モータジェネレータ、走行用モータなどの大電流を必要とする負荷を搭載されており、これらの負荷に電力を供給するバッテリーの電圧－電流（V－I）特性の例は、図3及び図4に示すようになる。

【0028】従来、V－I特性は図3に示すように、1次式 $V = aI + b$ で近似する方式が一般に行われてきたが、図5に示す分極抵抗成分の非直線形の特性の影響により、1次式では高い相関を有する式を得ることは難しいことがわかった。そこで、本発明では、図4に示すように、 $V = aI^2 + bI + c$ なる2次式の近似曲線式を最小二乗法によって得ることによって、高い相関を有する近似式を用いるようにする。

【0029】上述したような大電流を必要とする負荷を駆動したとき、1回の放電によって、所定値を越えて単調増大し100Aの最大値から所定値以下に単調減少する放電電流が流れる。このときのバッテリーの端子電圧と放電電流とを周期的に測定してこれら端子電圧と放電電流との相関を示す実データに基づいて、図6のグラフ中に示すように、放電が開始され増加方向に向かう増大する放電電流に対するV－I特性の第1の近似曲線式M1と、電流が最大に達しその後減少方向に向かう減少する放電電流に対するV－I特性の第2の近似曲線式M2の2つの式が得られる。なお、図6中に記載の式は実データによって得られた具体的な近似曲線式の一例である。これらの2つの近似曲線式M1と近似曲線式M2との違いを以下分析する。

【0030】一方の近似曲線式M1の場合、放電開始時点での分極抵抗成分を基準にすると、放電が開始し電流が増加すると、分極抵抗成分は徐々に増加していく。その後、電流が最大値になったところで、分極抵抗成分がピークに達し、電流の減少に伴って分極が解消していくはずである。しかし、実際には、電流の減少に比例して分極抵抗成分は解消するのではなく反応が遅れて現れるため、近似曲線式M2の場合、増加方向と同じV－I特性を示さず、増加方向よりも大きな電圧降下を発生させることになり、電流の増加と減少時にそれぞれ対応する2つの二次の近似曲線式M1及びM2が得られることになる。

【0031】上述したV－I特性の2つの二次の近似曲線式M1及びM2を用いて、バッテリーの純抵抗Rを測定する方法を、図7及び図8を参照して、以下具体的に説明する。

【0032】ところで、2つの二次の近似曲線式M1及びM2で表される2つの近似曲線によれば、任意の放電電流の値に対する端子電圧の値はその電流値におけるバッテリーの合成抵抗の値によって決定される。また、近似

曲線上の任意の点における放電電流の単位変化 ΔI 当たりの端子電圧の変化 ΔV は、その点における近似曲線式M1及びM2の変化率、すなわち、その点におけるバッテリーの合成抵抗の値によって決定され、近似曲線式M1及びM2の接線の傾きによって表される。一般に、二次曲線の任意の点の接線は、曲線を表す二次曲線式を微分して得た一次式によって表され、接線の傾きは、求めた一次式に代入される任意の点の合成抵抗の値を反映した値となっている。

【0033】具体的には、バッテリーの合成抵抗Rは、常時一定値を保っている純抵抗成分と放電電流の大きさと放電時間によって変化する分極抵抗成分とから成っているが、純抵抗成分は接線の傾きを決定する要素の一部ではあるが、接線の傾きを変化させる要素としては働かず、接線の傾きを変化させているのは専ら単位電流変化当たりの分極（電圧降下）の変化、すなわち分極抵抗成分である。ところで、バッテリーの任意の点の電流値に対応する合成抵抗の値は、2つの二次の近似曲線式M1及びM2をそれぞれ微分（ $\Delta V1/\Delta I$ 、 $\Delta V2/\Delta I$ ）して得た2つの一次の直線式に任意の点の電流値を代入することによって、2つ求められる。すなわち、バッテリーは、増大する放電電流による分極の変化と、減少する放電電流による分極の変化とが異なるため、電流が増大する放電時と減少する放電時で異なる合成抵抗値を呈する。

【0034】更に具体的には、近似曲線式M1及びM2を、それぞれ、 $V1 = a1I^2 + b1I + c1$ 及び $V2 = a2I^2 + b2I + c2$ とすると、これらの近似曲線式M1及びM2を微分して $\Delta V1/\Delta I = 2a1I + b1 = R1$ 及び $\Delta V2/\Delta I = 2a2I + b2 = R2$ なる一次式が得られる。そして、任意の点における合成抵抗R1及びR2は、上述のように、求めた一次の直線式に任意の点の電流値を代入することによって求められる。

【0035】実データに基づいて得られた図6中に記載の具体的な2つの近似曲線式 $M1 = 0.00003I^2 - 0.01979I + 12.03243$ と $M2 = 0.00004I^2 - 0.01830I + 11.72026$ の場合、これらを微分することによって、 $M1' = 0.00006I - 0.01979 = R1(I)$ と $M2' = 0.00008I - 0.01830 = R2(I)$ なる2つの一次式が得られる。この電流に対して変化する抵抗を表す2つの電流－抵抗特性直線をグラフで表すと、図7に示すようになる。図7に示す2つの直線は、電流に対するバッテリーの合成抵抗の変化を示すものであり、合成抵抗中の純抵抗成分は電流に対して常に一定値を保っているため、合成抵抗の変化の全ては、単位電流の変化に対する合成抵抗中の分極抵抗成分、すなわちの単位電流変化当たりの分極（電圧降下）の変化量によるものであることが理解できる。

【0036】2つの二次の近似曲線式M1及びM2とこ

れらを微分して得た 2 つの一次式を参照して更に検討すると、式 M1 及び M2 にて表される近似曲線が交わる放電電流の最大値 I_p ($=100\text{A}$) における点は特異点である。この点での実データは同一の値であるにもかかわらず、この点における接線の傾き、すなわち、2 つの一次式 $R_1(I)$ 及び $R_2(I)$ 中の一次の項 I に 100A を代入して得た 2 つの値 $R_1(100)$ 及び $R_2(100)$ に違いがある。これは一方が電流が増大する放電時の近似曲線式、他方が電流が減少する放電時の近似曲線式によるものであり、分極の発生の仕方が異なっているから当然のことであり、図 8 に示すような傾斜の異なる 2 つの接線が得られる。この違いを生じさせている原因の全ては特異点を境に放電電流が増加から減少に切り替わり、分極の変化の仕方に変化が生じた結果であり、これらの 2 点間に電流によって変化しない一定の純抵抗の値が存在することが想像される。このことは、各種のバッテリーについて実測した純抵抗による電圧-電流特性の傾きが、2 つの近似曲線について得られる特異点における接線の 2 つの傾きの中間の値を示すという経験とも一致している。

【0037】図 7 のグラフ中に示した純抵抗の点 R と合成抵抗の変化との関係についてさらに分析すると、増大する放電電流に対する V-I 特性の第 1 の近似曲線式 M1 を微分して得た直線式 M1' は、放電電流が最大値に向かって増大するに従って、単位電流増当たりの分極（電圧降下）の変化量が徐々に低下し、単位電流増当たりの電圧変化を決定する分極抵抗成分が徐々に小さくなることによって、合成抵抗が徐々に小さくなっている。しかし、特異点に至った後も、分極を増加し電圧降下を増大させようとするバッテリー内の動作は停止しないため、特異点での見かけ上の合成抵抗の値は、純抵抗の値よりも大きなものとなっている。よって、増大する放電電流に対する V-I 特性の第 1 の近似曲線式 M1 を微分して得た直線式 M1' の最大値での値、すなわち合成抵抗の値は純抵抗の値よりも大きな値となる。

【0038】上述のような分極を増加し電圧降下を増大させようとするバッテリー内の動作は放電電流が減少に切り替わってもしばらく継続する。このため、放電電流が減少して純抵抗による電圧降下の減少があっても、分極による電圧降下分の増加があるため、見かけ上、純抵抗のみによる電圧増加よりも小さな電圧変化しか生じない。合成抵抗としては、純抵抗よりも小さい値を呈することになる。しかし、放電電流の減少が続き、ある電流値になると、分極の増加が停止し、減少に転じるようになり、分極による電圧降下に変化が生じなくなったとき、合成抵抗の値、すなわち接線の傾きは純抵抗のみの値と等しくなる。

【0039】さらに放電電流の減少が進み、ある値以下に低下した後は、分極の解消の速度が徐々に速まって電流の減少に対する電圧変化が純抵抗によるよりも大きな

り、結果として、合成抵抗の値が電流が減少するに従って増大するようになる。

【0040】以上のことから明らかなように、特異点である放電電流の最大値の点での増大する放電電流に対する V-I 特性の接線の傾きは純抵抗のみの傾きよりも大きく、減少する放電電流に対する V-I 特性の接線の傾きは純抵抗のみの傾きよりも小さくなる。このことからバッテリーの純抵抗は、特異点における傾きの大きさを示す 2 点の値の間に存在することがわかる。したがって、純抵抗は 2 つの二次の近似曲線式 M1 及び M2 を微分して求めた 2 つの一次式に放電電流の最大値を代入して求めた 2 つの値の間に存在する値として測定することができる。具体的には、2 つの値 R_1 及び R_2 の中間点の値を、2 つの点の値 $R_1(I_p)$ 及び $R_2(I_p)$ を加算して 2 で割って求めることによって、純抵抗 R として測定できる。

【0041】そこで、車両用バッテリー純抵抗測定方法を図 7 乃至図 9 を参照して先ず説明する。車両の負荷に電力を供給するため車両に搭載された、例えばスタータモータ、モータジェネレータ、走行用モータなどの大電流を必要とする負荷が動作されると、バッテリーからは所定値を越えて単調増大し最大値から所定値以下に単調減少する放電電流が流れる。このときのバッテリーの端子電圧と放電電流とを、例えば 1ms の周期にてサンプリングすることで、周期的に測定することによって、バッテリーの端子電圧と放電電流との組が多数得られる。

【0042】このようにして得られたバッテリーの端子電圧と放電電流との組の最新のものを、所定時間分、例えば RAM などの書換可能な記憶手段としてのメモリに格納、記憶して収集する。メモリに格納、記憶して収集した端子電圧と放電電流との組を用いて、最小二乗法により、端子電圧と放電電流との相関を示す増大する放電電流に対する電圧-電流特性の例えば $V_1(I) = a_1 I^2 + b_1 I + c_1$ なる 2 次式で表される第 1 の近似曲線式 M1 と、減少する放電電流に対する電圧-電流特性の例えば $V_2(I) = a_2 I^2 + b_2 I + c_2$ なる 2 次式で表される第 2 の近似曲線式 M2 とを求める。

【0043】次に、第 1 の近似曲線式 M1 によって表される電圧-電流特性曲線上と、第 2 の近似曲線式 M2 によって表される電圧-電流特性曲線上の任意の点における接線を求めるため、第 1 の近似曲線式 M1 と第 2 の近似曲線式 M2 とをそれぞれ微分して一次の直線式 M1' 及び M2' をそれぞれ求める。この一次の直線式に任意の点の電流値を代入することによって、その任意の点における近似曲線式の接線の傾き、すなわち、第 1 の近似曲線式 M1 と第 2 の近似曲線式 M2 によって表される電圧-電流特性曲線上の任意の点におけるバッテリーの合成抵抗を求めることができる。特に、2 つの電圧-電流特性曲線上の放電電流の最大値の点の接線の傾きを求めるため、第 1 の近似曲線式 M1 及び第 2 の近似曲線式 M2

をそれぞれ微分して求めた一次の直線式 $M1' = R1$ 及び $M2' = R2$ に最大値の値、例えば 100 A を代入する。その後、上述のようにして求めた 2 つの近似曲線式 $M1$ 及び $M2$ の最大値における 2 つの接線の傾きを加算して 2 で割る演算を行うことによって、2 つの接線の傾きの間の中間値を、電流によって変化しないバッテリーの合成抵抗中の純抵抗 R として測定することができる。

【0044】 上述したようなことを可能にして本発明の車両用バッテリー純抵抗測定方法を実施する装置の具体的な実施の形態を、図面に戻って以下説明する。

【0045】 図 2 は本発明の車両用バッテリー純抵抗測定方法を適用した本発明の一実施形態に係る車両用バッテリー純抵抗測定装置の概略構成を一部ブロックにて示す説明図であり、図中符号 1 で示す本実施形態の車両用バッテリー純抵抗測定装置は、エンジン 3 に加えてモータジェネレータ 5 を有するハイブリッド車両に搭載されている。

【0046】 そして、このハイブリッド車両は、通常時はエンジン 3 の出力のみをドライブシャフト 7 からディファレンシャルケース 9 を介して車輪 11 に伝達して走行させ、高負荷時には、バッテリー 13 からの電力によりモータジェネレータ 5 をモータとして機能させて、エンジン 3 の出力に加えてモータジェネレータ 5 の出力をドライブシャフト 7 から車輪 11 に伝達し、アシスト走行を行わせるように構成されている。

【0047】 また、このハイブリッド車両は、減速時や制動時にモータジェネレータ 5 をジェネレータ（発電機）として機能させ、運動エネルギーを電気エネルギーに変換してバッテリー 13 を充電させるように構成されている。

【0048】 なお、モータジェネレータ 5 はさらに、図示しないスタータスイッチのオンに伴うエンジン 3 の始動時に、エンジン 3 のフライホイールを強制的に回転させるセルモータとして用いられるが、その場合にモータジェネレータ 5 には、短時間に大きな電流が流される。スタータスイッチのオンによりモータジェネレータ 5 によってエンジン 3 が始動されると、イグニッションキー（図示せず。）の操作解除に伴って、スタータスイッチがオフになってイグニッションスイッチやアクセサリスイッチのオン状態に移行し、これに伴ってバッテリー 13 から流れる放電電流は、定常電流に移行する。

【0049】 話を構成の説明に戻ると、本実施形態の車両用バッテリー純抵抗測定装置 1 は、アシスト走行用のモータやセルモータとして機能するモータジェネレータ 5 等、電装品に対するバッテリー 13 の放電電流 I や、ジェネレータとして機能するモータジェネレータ 5 からのバッテリー 13 に対する充電電流を検出する電流センサ 15 と、バッテリー 13 に並列接続した無限大抵抗を有し、バッテリー 13 の端子電圧 V を検出する電圧センサ 17 とを備えている。

【0050】 また、本実施形態の車両用バッテリー純抵抗測定装置 1 は、上述した電流センサ 15 及び電圧センサ 17 の出力がインタフェース回路（以下、「 I/F 」と略記する。）21 における A/D 変換後に取り込まれるマイクロコンピュータ（以下、「マイコン」と略記する。）23 をさらに備えている。

【0051】 そして、前記マイコン 23 は、CPU 23 a、RAM 23 b、及び、ROM 23 c を有しており、このうち、CPU 23 a には、RAM 23 b 及び ROM 23 c の他、前記 I/F 21 が接続されており、また、上述した図示しないスタータスイッチ、イグニッションスイッチやアクセサリスイッチ、モータジェネレータ 5 以外の電装品（負荷）のスイッチ等が、さらに接続されている。

【0052】 前記 RAM 23 b は、各種データ記憶用のデータエリア及び各種処理作業に用いるワークエリアを有しており、前記 ROM 23 c には、CPU 23 a に各種処理動作を行わせるための制御プログラムが格納されている。

【0053】 なお、上述した電流センサ 15 及び電圧センサ 17 の出力である電流値及び電圧値は、短い周期で高速にサンプリングされて I/F 21 を介して、マイコン 23 の CPU 23 a に取り込まれ、取り込まれた電流値及び電圧値は前記 RAM 23 b のデータエリア（記憶手段に相当する）に所定期間前のものから最新のもののまでの分、格納、記憶される。この記憶された実データは、バッテリーの電圧－電流特性の 2 次の近似曲線式を求めるために利用される。

【0054】 次に、前記 ROM 23 c に格納された制御プログラムに従い CPU 23 a が行う処理を、図 9 を参照して説明する。

【0055】 バッテリー 13 からの給電を受けてマイコン 23 が起動しプログラムがスタートすると、CPU 23 a は、まず初期設定を実行する（ステップ S1）。

【0056】 ステップ S1 の初期設定が済んだならば、次に、CPU 23 a は、電流センサ 15 の検出したバッテリー 13 の放電電流 I と電圧センサ 17 の検出したバッテリー 13 の端子電圧 V との A/D 変換値を対にして I/F 21 を介して読み込み、読み込んだ実データの最新のものを、所定時間分、RAM 23 b のデータエリアに格納、記憶して収集する実データ収集処理を実行する（ステップ S2）。このステップ S2 における実データ収集処理は常に継続的に行われる。

【0057】 続いて、ステップ S2 において収集された放電電流 I と端子電圧 V との最新の所定時間分の実データは分析され、最小二乗法を適用して、電圧－電流特性の 2 次の近似曲線式を求めるのに適当なものであるかどうかが判定される。すなわち、バッテリーから所定値を越えて単調増大し最大値から所定値以下に単調減少する放電電流が流れているかどうかを分析する分析処理を行う

(ステップS3)。

【0058】ステップS3における分析の結果、電圧－電流特性の2次の近似曲線式を求めるのに適当なものが収集されているとき(ステップS4のY)、増大する放電電流に対する電圧－電流特性の $V1(I) = a1I^2 + b1 + C1$ なる2次式で表される第1の近似曲線式M1と、減少する放電電流に対する電圧－電流特性の例えば $V2(I) = a2I^2 + b2I + C2$ なる2次式で表される第2の近似曲線式M2とを求める近似曲線式算出処理を実行する(ステップS5)。

【0059】ステップS5の近似曲線式算出処理によって、2つの近似曲線式M1及びM2が求まった後、次に、バッテリーの純抵抗を求めるための演算処理を実行する(ステップS6)。ステップS6における演算処理では、増大する放電電流に対する電圧－電流特性の $V1(I) = a1I^2 + b1 + c1$ なる2次式で表される第1の近似曲線式M1と、減少する放電電流に対する電圧－電流特性の例えば $V2(I) = a2I^2 + b2I + c2$ なる2次式で表される第2の近似曲線式M2とをそれぞれ微分して2つの一次の直線式を求める。

【0060】ステップS6における演算処理では、さらに、求めた2つの一次の直線式に近に最大値を代入して最大値における2つの接線の傾きを求める。そして、ステップS6において求めた2つの接線の傾きを加算平均し、この値をバッテリーの純抵抗として測定し、この測定した純抵抗は種々の目的で使用するため、RAM23bのデータエリアに格納されて記憶される(ステップS7)。ステップS7の測定処理が終了したら、次にステップS4の判定がYとなって、ステップS5の近似曲線式算出処理、ステップS6の演算処理を実行する機会がくるまで、ステップS2の収集処理とステップS3の分析処理とを繰り返し実行する。

【0061】また、本実施形態の車両用バッテリー純抵抗測定装置1ではフローチャートにおけるステップS2が請求項中の電圧・電流測定手段に対する処理となっており、ステップS5が請求項中の近似曲線算出手段に対応する処理となっており、ステップS6が請求項中の演算手段に対応する処理となっている。

【0062】次に、上述のように構成された本実施形態の車両用バッテリー純抵抗測定装置1の動作(作用)について説明する。

【0063】まず、ハイブリッド車両のモータジェネレータ5以外の電装品(負荷)が作動したり、モータジェネレータ5がモータとして機能するように作動している、それに伴いバッテリー13が放電を行っている状態では、負荷に所定値を越えて単調増大し最大値から所定値以下に単調減少する放電電流が流れたときのバッテリーの端子電圧と放電電流とが周期的に測定される。

【0064】また、本実施形態の車両用バッテリー純抵抗測定装置1では、周期的に測定された最新のものが、所

定時間分、RAM23bのデータエリアに格納、記憶して収集され、収集された放電電流Iと端子電圧Vとの最新の所定時間分の実データは分析され、最小二乗法を適用して、電圧－電流特性の2次の近似曲線式を求めるのに適当なものであるかどうか判定される。すなわち、バッテリーから所定値を越えて単調増大し最大値から所定値以下に単調減少する放電電流が流れているかどうか分析される。

【0065】このため、電圧－電流特性の2次の近似曲線式を求めるのに適当なものが収集されるまで、近似曲線式算出処理が行われることがなく、近似曲線式算出処理も、過去に収集した所定時間分の実データを用いて行われればよいので、端子電圧と放電電流との周期的な測定に同期して処理を行わなくてもよく、早い処理速度が求められる。

【0066】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1又は4記載の発明によれば、車両の通常の使用状態で負荷に電力を供給したときのバッテリーの端子電圧と放電電流とを測定し、この測定の結果得られるデータを処理して、増大する放電電流に対する電圧－電流特性の第1の近似曲線式と減少する放電電流に対する電圧－電流特性の第2の近似曲線式とを求め、求めた2つの直線式の最大値に対応する2つの値の間にバッテリーの呈する合成抵抗中の純抵抗があるとして純抵抗を測定しているため、バッテリーを通常状態で使用している際、すなわち、車両使用中でもバッテリーの純抵抗を測定できる車両用バッテリー純抵抗測定方法及び装置を提供することができる。

【0067】上述した請求項2又は5記載の発明によれば、純抵抗を測定するために2点間の傾斜を求めるための少なくとも一方が実データに基づくものとなり、実際から大きく外れた点を使用することをなくすることができるので、純抵抗の測定精度を安定したものに保つことのできる車両用バッテリー純抵抗測定方法及び装置を提供することができる。

【0068】上述した請求項3又は6記載の発明によれば、記憶した実データを用いて、第1の近似曲線式と第2の近似曲線式とを求めるに必要な放電電流が流れたことを確認してから、記憶してある実データを用いて第1の近似曲線式と第2の近似曲線式とを求めることができるので、無駄な処理を省くとともに、リアルタイムな高速処理を行うことなく純抵抗を測定することのできる車両用バッテリー純抵抗測定方法及び装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の車両用バッテリー純抵抗測定装置の基本構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の車両用バッテリー純抵抗測定方法を適用した本発明の一実施形態に係る車両用バッテリー純抵抗測定装置の概略構成を一部ブロックにて示す説明図であ

る。

【図3】1次近似式で表したV-I特性の一例を示すグラフである。

【図4】2次近似式で表したV-I特性の一例を示すグラフである。

【図5】電流に対する分極の変化の一例を示すグラフである。

【図6】1回の放電によって得られる2つの2次の近似曲線式で表される近似特性曲線の一例を示すグラフである。

【図7】図6に示した2つの近似特性曲線上の任意の点における接線の傾きを示すグラフである。

【図8】図6の2つの近似特性曲線に対して曲線上の放

電電流が最大値となる点における接線を書き込んだグラフである。

【図9】図2中のマイコンが純抵抗測定のため予め定めたプログラムに従って行う処理を示すフローチャートである。

【図10】従来のバッテリーの純抵抗の測定の仕方を説明するためのグラフである。

【符号の説明】

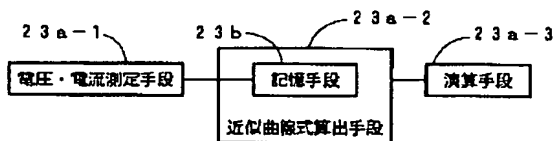
23a-1 電圧・電流測定手段 (CPU)

23a-2 近似曲線式算出手段 (CPU)

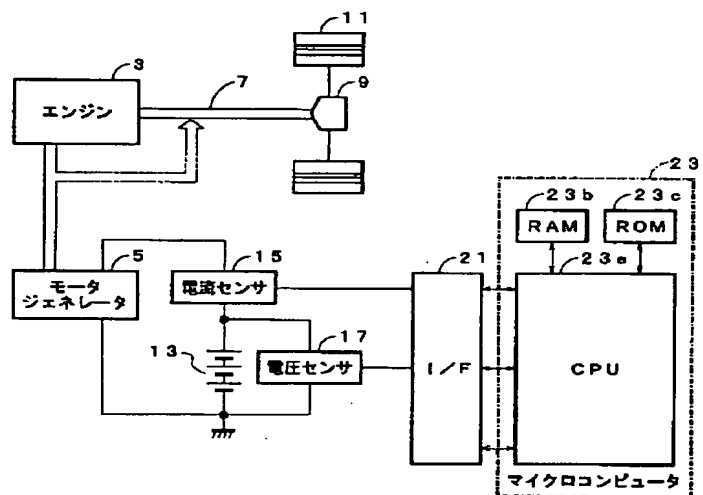
23a-3 演算手段 (CPU)

23b 記憶手段 (RAM)

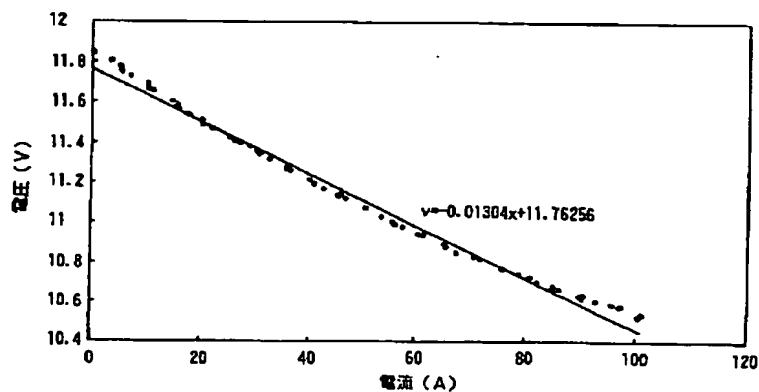
【図1】



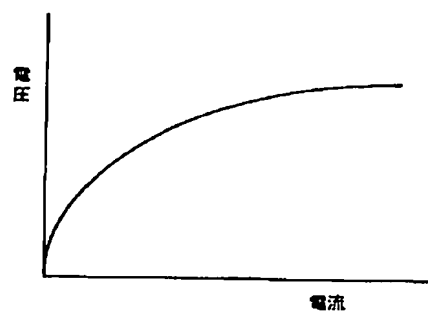
【図2】



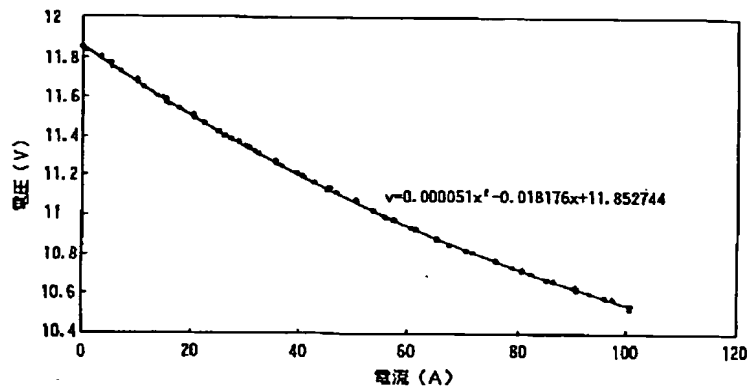
【図3】



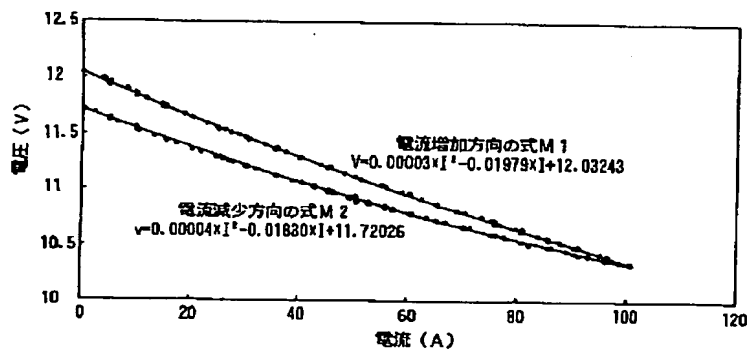
【図5】



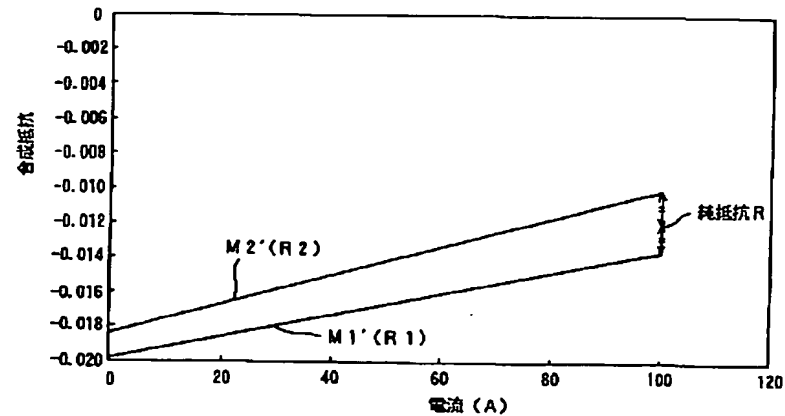
【図 4】



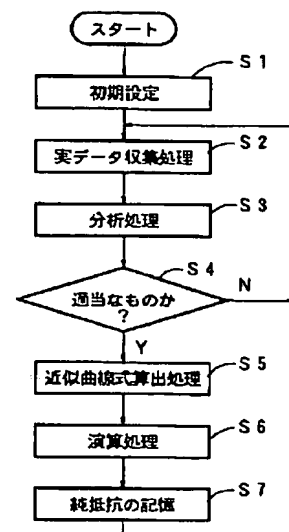
【図 6】



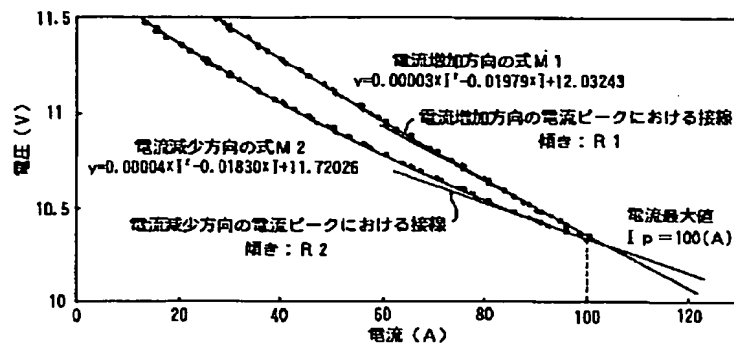
【図 7】



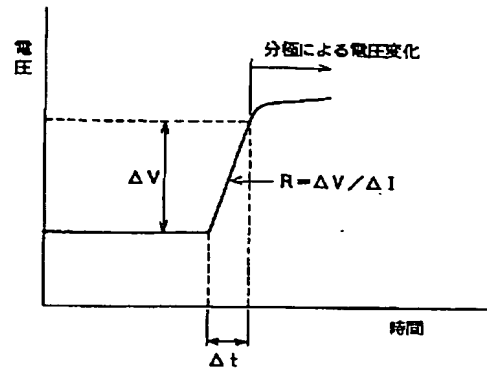
【図 9】



【図 8】



【図 10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

H 0 2 J 7/10

識別記号

F I

H 0 2 J 7/10

タームコード* (参考)

B

H

(72)発明者 榎本 倫人

静岡県裾野市御宿1500 矢崎総業株式会社
内

(72)発明者 川口 智博

静岡県裾野市御宿1500 矢崎総業株式会社
内

F ターム (参考) 2G016 CA03 CB01 CB06 CB12 CB21
CC01 CC02 CC03 CC16 CC24
CC27 CC28
5G003 BA01 CA01 CA11 CC02 DA06
EA08 FA06 GB06 GC05
5H030 AA06 AS08 FF42 FF44 FF52
5H115 PA08 PG04 PI16 P002 PU01
PU21 QE12 SE06 TI02 TI05
TI06 TI10 TR19 TU16 TU17

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.